

Петрозаводск - 89 ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТРИЗ ДЛЯ РАЗВИТИЯ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

А.М.Пиняев, г.Ленинград.

План доклада: 1. Постановка задач в радиотехнических системах (РТС). 2. Анализ радиотехнических изобретательских задач при помощи АРИЗ. 3. Разрешение физических противоречий в радиотехнических изобретательских задачах. 4. Прогнозирование развития РТС на современном этапе.

1. Наиболее сложным и ответственным этапом при решении радио-технических изобретательских задач (РИЗ) является их правильное формулирование. На этом этапе в сложной функциональной или принципиальной схеме необходимо определить конфликтную зону (КЗ), в которой формулируется задача. Изобретательская ситуация формулируется в общем виде следующим образом: "Дана ТС, выполняющая следующие полезные функции (ПФ) (перечисляются полезные функции на выходе системы, т.е. характеризующие функционирование системы как целого). В системе имеются следующие нежелательные эффекты: (перечисляются особенности функционирования ТС, препятствующие выполнению ПФ или приводящие к конфликту ТС с окружающей средой, включая человека). Необходимо устранить НЭ, не ухудшая выполнение ПФ и не вызывая новых НЭ". Предполагается, что принцип действия ТС известен. Для определения конфликтной зоны в изобретательской ситуации, сформулированной так, как указано выше, можно использовать два различных подхода (А и Б). А. Предположим, что: а) имеется математическая модель РТС; б) либо возможна ее разработка; в) либо система не слишком сложна. Тогда для определения КЗ пригоден формальный алгоритм, основанный на малых приращениях параметров элементов, составляющих ТС. При этом возможны три типа влияния параметров элемента на ПФ и НЭ ТС: - при изменении параметра элемента параметры, характеризующие ПФ и НЭ, не изменяются или изменяются слабо (нейтральные параметры); - при изменении параметра элемента ПФ улучшается и/или НЭ уменьшается (бесконфликтные параметры); - при изменении параметра элемента ПФ улучшается, но и НЭ увеличивается (конфликтные параметры). Элемент, характеризуемый конфликтным параметром, представляет собой конфликтную зону. Достоинства способа - надежность и возможность реализации алгоритма на ЭВМ. Недостаток - необходимость наличия математической модели или ограничения на сложность системы. Б. Во всех случаях, когда невозможно применения способа А, выбор КЗ может проведен путем построения причинно-следственных цепочек, связывающих ПФ и НЭ на выходе системы в целом с ПФ и НЭ на выходах составляющих ее элементов. При этом может быть частично использован аппарат функционального анализа (В.М.Герасимов, С.С.Литвин, г.Ленинград). Необходимое дополнение к этому аппарату состоит в процессе "перемещения" ПФ

и НЭ от выхода ко входу РТС. При этом может наблюдаться явление разрыва причинно-следственных связей. Это происходит в тех случаях, когда причины НЭ (или ПФ) на выходе ТС неясны. В этих случаях необходимо восстановить имеющиеся разрывы причинно-следственных связей. Для этого разработана методика поиска причин непонятных эффектов в РТС, основанная на обращении исходной изобретательской ситуации (принцип обращения для исследовательских задач предложен Б.Л.Злотиным, г.Кишинев). Однако само по себе выявление причинно-следственных связей не позволяет локализовать КЗ. Необходимы дополнительные правила. Следует учитывать, что в сложных технических (в частности, радиотехнических) системах часто имеется возможность перевести изобретательскую ситуацию в изобретательскую задачу, НЕ СОДЕРЖАЩУЮ ПРОТИВОРЕЧИЯ. Это можно сделать при помощи теоремы 1: Если в процессе перемещения ПФ и НЭ с выхода на вход ТС обнаружен элемент, формулировка ПФ которого не связана с формулировкой НЭ на выходе этого элемента, то формулирование изобретательской задачи на устранение НЭ для данного элемента позволяет удовлетворить требованиям изобретательской ситуации, а сама изобретательская задача не содержит ТП. Как решать такие задачи? Последовательность решения следующая: 1. Предложить принцип устранения НЭ на выходе найденного элемента (в общем виде). 2. Поставить вопрос: "Какими свойствами должен обладать элемент, чтобы реализовать выбранный принцип устранения НЭ"? 3. Определить, какие ВПР требуются для реализации требуемых свойств; 4. Подобрать или синтезировать из имеющихся в системе требуемые ВПР. Очевидно, задачи такого рода, не содержащие противоречий, решаются значительно легче, чем задачи с противоречиями. Это подтверждается практикой. Однако встречаются ТС, никакой элемент которых не удовлетворяет условиям теоремы 1. В этом случае приходится решать задачу, содержащую противоречия, причем конфликтную зону следует выбирать по правилу: в конфликтную зону следует включать тот элемент РТС, который находится в начале причинно-следственной цепочки для того НЭ на выходе системы, который требуется устранить. 2. Естественно, анализ по АРИЗ необходим лишь для тех задач, которые содержат ТП. Особенности применения АРИЗ для сформулированных в соответствии с п.1 радиотехнических изобретательских задач заключается в следующем: - изделием, как правило, служит электромагнитное поле или электрический ток. Допустимо использование понятия "сигнал". Инструментом может являться как радиотехнический элемент (транзистор, резистор и т.п.), так и элемент функциональной схемы (усилитель, аттенюатор, генератор). Инструментом может быть "кусочек" вещества (для задач функциональной электроники). Принципиально для всех этих видов инструментов лишь одно: указание действия, которое инструмент совершает по преобразованию изделия. - формулировка усиленного

ИКР (ВПр сами...) работает плохо: в системе слишком много разнообразных ВПр, а подход с точки зрения "главного ресурса" порождает слабые решения. Поэтому рекомендуется после формулирования микро-ФП предложить ПРИНЦИП его разрешения, а далее определить "портрет ресурса". - в формулировке ФП допускается вместо "чтобы" использовать "потому, что". - при мобилизации ВПр следует особое внимание обратить на те из них, которые связаны с НЭ на выходах элементов, не входящих в ОЗ (помехи, паразитные токи, паразитные потенциалы и т.п.). 3. Имеющийся в АРИЗ информационный фонд не приспособлен для разрешения ФП РИЗ (это не относится к принципам разрешения ФП). Для разработки специализированного в области радиотехники информационного фонда было использовано предложенное в предыдущей работе (Абрамов О.Ю., Пиняев А.М. Применение ТРИЗ для решения изобретательских задач в области радиотехники. Ленинград, 1985) понятие радиотехнического веполя. В радиотехническом веполе сохраняется пара "изделие - инструмент" (см. п.2). Поскольку взаимодействие изделия (электромагнитного поля) с инструментом (веществом) носит непосредственный характер, радиотехнический веполь не содержит полей взаимодействия. Однако он содержит "поле управления" - управляющий сигнал, изменяющий характер взаимодействия изделия и инструмента. Введение понятия радиотехнического веполя позволило начать разработку стандартов на решение РИЗ. К настоящему времени разработаны 11 стандартов. 4. До настоящего времени развитие РТС идет по пути увеличения специализации элементов, составляющих систему. При этом качество выполнения узкоспециализированных функций увеличивается, но растет количество элементов, связей между ними. РТС становятся чрезвычайно громоздкими и ненадежными. Для борьбы с этими нежелательными эффектами "совершенствуют" технологию изготовления РТС (БИС и СБИС - это монстры, подобные супертанкерам и супертурбинам) и разрабатывают способы повышения надежности (резервирование, встроенный контроль), которые делают систему еще более громоздкой. Все это говорит о том, что развитие радиотехники указанным способом исчерпало свои возможности. В последнее время для решения традиционных задач радиотехники все чаще используют элементы функциональной электроники, позволяющие частично свертывать РТС на нижних иерархических уровнях (выполнение одной функции более высокого ранга вместо нескольких функций более низкого ранга. Пример: фильтр на ПАВ вместо фильтра на дискретных элементах). Суть нашего предложения заключается в том, чтобы полностью свертывать РТС по верхнему иерархическому уровню к "идеальному веществу", используя комплекс эффектов, возникающих при взаимодействии электромагнитного поля с веществом. Постановка задачи в этом случае должна быть следующей: "Дана РТС, выполняющая главную функцию (указать). Составляющие систему

элементы обладают следующими свойствами (указать). Определить параметры идеального вещества, обладающего свойствами элементов данной ТС и выполняющего ее главную функцию". В такой постановке были сформулированы задачи для трех РТС (анализатора спектра, приемника радиолокационных сигналов, датчика перемещений). Решение одной из этих задач (для анализатора спектра) близится к завершению (т.е. к расчету конкретных параметров вещества). Для двух других определен путь решения. "Схлопывание" сложной ТС к идеальному веществу происходит не только в радиотехнике (пример - решение Г.С.Альтшуллера задачи о получении листового стекла). Представляют интерес ответы на следующие вопросы: а) на каком этапе процесса "развертывания" ТС целесообразно ставить задачу по "схлопыванию" к идеальному веществу: необходимы точные критерии; б) каким образом переносить свойства элементов старой ТС, определяя свойства идеального вещества? Все ли свойства необходимо переносить? Если нет, то какие именно? Одним словом, необходима разработка алгоритма, позволяющего надежно осуществлять "схлопывание". Решения, полученные путем "схлопывания" к ИВ, относятся к четвертому уровню. Их чрезвычайно мало, и поэтому одной из основных задач является создание информационного фонда как по своим разработкам, так и уже известных решений. Адрес для переписки: 195030, Ленинград, пр.Энтузиастов, д.56, кв.121. Пиняев Алексей Михайлович. Р.т. 234-20-46 июль 1989 г., г.Петрозаводск.